

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Сердитова Наталья Евгеньевна
Должность: проректор по образовательной деятельности
Дата подписания: 21.08.2025 10:37:47
Уникальный программный ключ:
6cb002877b2a1ea640fdebb0cc541e4e05322d13

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
ФГБОУ ВО «Тверской государственный университет»



Утверждаю:

Руководитель ООП

А.В. Солнышкин

«24» июня 2025 г.

Рабочая программа дисциплины (с аннотацией)

Функциональные магнитные материалы

Направление подготовки

03.04.02 Физика

Направленность (профиль)

Физика конденсированного состояния вещества

Для студентов

2 курса, очной формы обучения

Составитель: к.ф.-м.н. Семенова Е.М.

Тверь, 2025

I. Аннотация

1. Цель и задачи дисциплины

Цель освоения дисциплины является формирование у студентов совокупности профессиональных компетенций, обеспечивающих решение задач, связанных с профессиональной деятельностью по направлению Физика.

Задачами освоения дисциплины являются:

- изучение функциональных магнитных материалов (синтез, структура, магнитные свойства);
- изучение экспериментальных методов исследования функциональных магнитных материалов;
- освоение методов решения базовых задач физики функциональных магнитных материалов.

2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина располагается в части учебного плана ООП, формируемой участниками образовательных отношений.

Для освоения дисциплины необходимы знания, полученные при изучении дисциплин «Физика конденсированных сред», «Магнетизм в конденсированных средах», «Статические и динамические свойства магнетиков».

Профессиональные компетенции, сформированные при изучении данной дисциплины, необходимы для успешной работы обучающегося при выполнении выпускной квалификационной работы.

3. Объем дисциплины: 4 зачетных единиц, 144 академических часов, в том числе:

контактная аудиторная работа: лекции 26 часов, практические занятия 26 часов;

самостоятельная работа: 65 часов, в том числе контроль 27 часов.

4. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Планируемые результаты освоения образовательной программы (формируемые компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
<p>ПК-3 Способен выполнять проектирование и разработку продукции в части, касающейся разработки объемных нанометаллов, сплавов и композитов на их основе, а также выбора расходных и вспомогательных материалов</p>	<p>ПК-3.1. Формулирует рекомендаций по изменению состава, структуры материалов, а также режимов и способов их обработки на основе анализа моделей, характеризующих связь между эксплуатационными, технологическими и инженерными свойствами и параметрами состава и структуры материала</p> <p>ПК-3.2. Организует процесс измерения и испытания полученных образцов на контрольном, измерительном и испытательном оборудовании</p> <p>ПК-3.3. Анализирует результаты испытаний образцов материалов</p>
<p>ПК-5 Осуществление научного руководства проведением исследований по отдельным задачам</p>	<p>ПК-5.2. Разрабатывает планы и методические программы проведения исследований и разработок по определенной тематике</p> <p>ПК-5.3. Проводит анализ и теоретическое обобщение научных данных в соответствии с задачами исследования</p>

5. Форма промежуточной аттестации и семестр прохождения

Экзамен в 3 семестре

6. Язык преподавания русский.

II. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

Учебная программа – наименование разделов и тем	Всего (час.)	Контактная работа (час.)				Самостоятельная работа, в том числе
		Лекции		Практические занятия		
		всего	в т.ч. ПП	всего	в т.ч. ПП	
Фундаментальные характеристики магнетиков. Методы определения магнитных параметров с применением современных цифровых средств и способов регистрации и обработки данных.	8	2		2		4
Методы исследования структуры магнетиков. Информационные базы данных кристаллической структуры материалов. Цифровые инструменты анализа структуры материалов.	8	2		2		4
Специализированные информационные ресурсы материаловедения. Цифровые инструменты визуализации и анализа данных.	6	2		2		2
Металлы и сплавы группы железа.	8	2		2		4
Электрические и магнитные свойства оксидов металлов.	8	2		2		4
Редкоземельные металлы и интерметаллические соединения.	7	2		2		3
Магнитомягкие материалы для низко- и высокочастотных применений.	10	2		2		6
Магнитотвердые материалы: методы получения, магнитные свойства, применение.	14	4		4		6
Ультрадисперсные магнитные материалы	8	2		2		4
Материалы, обладающие магнитокалорическим эффектом. Перспективы применения.	10	2		2		6

Материалы с гигантским магнитосопротивлением.	10	2		2		6
Магнитные пленки.	10	2		2		6
Магнитные жидкости: методы получения, свойства и техническое применение.	10	2		2		6
Мультиферроики: методы получения, функциональные свойства, применение.	8	2		2		4
Контроль	27					27
ИТОГО	144	26		26		92

III. Образовательные технологии

Учебная программа – наименование разделов и тем	Вид занятия	Образовательные технологии
Фундаментальные характеристики магнетиков. Методы определения магнитных параметров с применением современных цифровых средств и способов регистрации и обработки данных.	лекция практика	проблемная лекция, групповое решение задач с применением цифровых инструментов
Методы исследования структуры магнетиков. Информационные базы данных кристаллической структуры материалов. Цифровые инструменты анализа структуры материалов.	лекция практика	проблемная лекция, групповое решение задач с применением цифровых инструментов
Специализированные информационные ресурсы материаловедения. Цифровые инструменты визуализации и анализа данных.	лекция практика	проблемная лекция, групповое решение задач с применением цифровых инструментов
Металлы и сплавы группы железа.	лекция практика	традиционная лекция активное слушание, групповое решение задач
Электрические и магнитные свойства оксидов металлов	лекция практика	проблемная лекция, групповое решение задач
Редкоземельные металлы и интерметаллические соединения	лекция практика	проблемная лекция, групповое решение задач с применением цифровых инструментов

Магнитомягкие материалы для низко- и высокочастотных применений.	лекция практика	проблемная лекция, групповое решение задач групповое решение задач с применением цифровых инструментов
Магнитотвердые материалы: методы получения, магнитные свойства, применение.	лекция практика	проблемная лекция, групповое решение задач с применением цифровых инструментов
Ультрадисперсные магнитные материалы	лекция практика	проблемная лекция, групповое решение задач с применением цифровых инструментов
Материалы, обладающие магнитокалорическим эффектом. Перспективы применения.	лекция практика	проблемная лекция, групповое решение задач с применением цифровых инструментов
Материалы с гигантским магнитосопротивлением.	лекция практика	проблемная лекция, групповое решение задач
Магнитные пленки.	лекция практика	традиционная лекция групповое решение задач
Магнитные жидкости: методы получения, свойства и техническое применение.	лекция практика	традиционная лекция групповое решение задач
Мультиферроики: методы получения, функциональные свойства, применение.	лекция практика	традиционная лекция групповое решение задач

IV. Оценочные материалы для проведения текущей и промежуточной аттестации

Форма проведения промежуточного контроля: студенты, освоившие программу курса «Функциональные магнитные материалы» могут сдать экзамен по итогам семестровой аттестации согласно «Положению о промежуточной аттестации (экзаменах и зачетах) обучающихся по программам высшего образования ТвГУ» (протокол №11 от 28 апреля 2021 г.).

Типовые задания для оценки уровня формирования компетенций.

ПК-3

Задание: дайте развернутый ответ на вопрос с примерами и обоснованием. Список вопросов:

- Постоянные магниты на основе каких сплавов и почему наиболее пригодны для высокотемпературных применений?
- Какие способы повышения максимального энергетического произведения $(BH)_{\max}$ используются в современном производстве постоянных магнитов?
- Какие технологические решения при производстве порошковых постоянных магнитов направлены на повышение качества их текстуры?
- Какие программные решения в области анализа структуры материалов позволяют производить статистический анализ большого количества данных?
- Какие программные продукты позволяют осуществлять моделирование магнитных систем на основе постоянных магнитов?

Критерии оценки:

Высокий уровень (отлично): ответы на поставленные вопросы излагаются логично, последовательно и не требуют дополнительных пояснений. Делаются обоснованные выводы. Демонстрируются всестороннее, систематическое и глубокое знание материала;

Средний уровень (хорошо): Ответы на поставленные вопросы излагаются систематизировано и последовательно. Материал излагается уверенно. Демонстрируется умение анализировать материал, однако не все выводы носят аргументированный и доказательный характер. Знание основных характеристик раскрываемых категорий излагаются в рамках рекомендованного учебниками и положений, данных на лекциях. Допускаются отдельные погрешности и неточности при ответе;

Низкий уровень (удовлетворительно): Демонстрируются поверхностные знания вопроса. Имеются затруднения с выводами. Допускаются нарушения в последовательности изложения. Ответ варьируется только в рамках лекционного курса и содержит знание сущности основных категорий дисциплины. Как правило, такой ответ краток,

приводимые формулировки являются недостаточно четкими, в ответах допускаются неточности.

Неудовлетворительно: Материал излагается непоследовательно, сбивчиво, не представляет определенной системы знаний. Ответ демонстрирует, что студент не разобрался с основными вопросами изученных в процессе обучения дисциплины (модуля). Данный балл ставится также студенту, списавшему ответы на вопросы и читающему эти ответы, не отрываясь от текста, а просьба объяснить или уточнить прочитанный таким образом материал по существу остается без ответа.

ПК-5

Задание: получив экспериментальные данные в форме таблиц, графиков и изображений микро- и(или) наноструктуры сделайте вывод о типе магнитного материала.

Задание: получив объект исследования и цель, спланировать эксперимент (серию экспериментов) с учетом имеющейся экспериментальной базы для получения информации о материале.

Критерии оценки:

Высокий уровень (отлично): ответы на поставленные вопросы излагаются логично, последовательно и не требуют дополнительных пояснений. Делаются обоснованные выводы. Демонстрируются всестороннее, систематическое и глубокое знание материала;

Средний уровень (хорошо): Ответы на поставленные вопросы излагаются систематизировано и последовательно. Материал излагается уверенно. Демонстрируется умение анализировать материал, однако не все выводы носят аргументированный и доказательный характер. Знание основных характеристик раскрываемых категорий излагаются в рамках рекомендованного учебниками и положений, данных на лекциях. Допускаются отдельные погрешности и неточности при ответе;

Низкий уровень (удовлетворительно): Демонстрируются поверхностные знания вопроса. Имеются затруднения с выводами. Допускаются нарушения в последовательности изложения. Ответ варьируется только в рамках лекционного курса и содержит знание сущности основных категорий дисциплины. Как правило, такой ответ краток, приводимые формулировки являются недостаточно четкими, в ответах допускаются неточности.

Неудовлетворительно: Материал излагается непоследовательно, сбивчиво, не представляет определенной системы знаний. Ответ демонстрирует, что студент не разобрался с основными вопросами изученных в процессе обучения дисциплины (модуля). Данный балл ставится также студенту, списавшему ответы на вопросы и читающему эти ответы, не отрываясь от текста, а просьба объяснить или уточнить прочитанный таким образом материал по существу остается без ответа.

V. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

1) Рекомендуемая литература

а) Основная литература

1. Материаловедение и технология металлических, неметаллических и композиционных материалов : учебник / А. М. Адаскин, А. Н. Красновский. — Москва : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2018. — 400 с. — [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://znanium.com/go.php?id=944397>
2. Материаловедение и технология материалов : учебник для вузов / Фетисов Геннадий Павлович [и др.]; Г. П. Фетисов [и др.] ; под редакцией Г. П. Фетисова. - 8-е изд. - Электрон. дан. - Москва : Юрайт, 2024. - 808 с. - (Высшее образование). - URL: <https://urait.ru/bcode/545124>
3. Сорокин, В. С. Материалы и элементы электронной техники. Проводники, полупроводники, диэлектрики : учебник / В. С. Сорокин, Б. Л. Антипов, Н. П. Лазарева. — 2-е изд., испр. — Санкт-Петербург : Лань, 2022.

— 448 с. — ISBN 978-5-8114-2003-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/212135>

4. Холомина, Т. А. Свойства и применение диэлектриков и магнитных материалов : учебное пособие / Т. А. Холомина, М. В. Зубков. — Рязань : РГРТУ, 2023. — 80 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/380492>

б) Дополнительная литература

1. Люкшин Б. А. Композитные материалы : учебное пособие / Б. А. Люкшин. - Томск : Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2012. - 101 с. : ил.,табл., схем. ; [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=209004>

2. Шепелевич В. Г. Физика металлов и металловедение. Лабораторный практикум : учебное пособие / В. Г. Шепелевич. – Минск: Выш. шк., 2012. – 166 с.: ил. - ISBN 987-985-06-2191-7 ; [Электронный ресурс].- Режим доступа: <http://znanium.com/go.php?id=508814>

3. Грузман И.С., Киричук В.С., Косых В.П., Перетягин Г.И., Спектор А.А. Цифровая обработка изображений в информационных системах: Учебное пособие.- Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2000. - 168.

4. Моделирование и визуализация экспериментальных данных : учебное пособие (лабораторный практикум) / авт. - сост. Е.В. Крахоткина. — Ставрополь : СевероКавказский федеральный ун-т, 2018. — 125 с. — Текст : электронный // Электроннобиблиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/92565.html>

5. Как использовать онлайн-доску Miro в обучении // [Электронный ресурс]. <https://we.study/blog/miro>

2) Программное обеспечение

Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows

Adobe Acrobat Reader

Google Chrome

OpenOffice

Notepad++

Origin 8.1 Sr2

Многофункциональный редактор ONLYOFFICE

VLC media player

3) Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

1. ЭБС «ZNANIUM.COM» www.znanium.com ;

2. ЭБС «Университетская библиотека онлайн» <https://biblioclub.ru/> ;

3. ЭБС «Лань» <http://e.lanbook.com>

4) Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины:

1. Онлайн – справочник по химическим и физическим свойствам материалов <https://materials.springer.com/bookshelf>

2. Онлайн – Периодическая таблица элементов (Periodic Search – SpringerMaterials) <https://materials.springer.com/periodictable>

3. База данных IRIC (Information Resources on Inorganic Chemistry) <http://iric.imet-db.ru/>

4. Базы данных института металлургии и материаловедения им. А.А. Байкова <http://window.edu.ru/resource/909/52909>

5. База данных по материаловедению «Материалы XXI века» НИТУ МИСИС <http://ism-data.misis.ru/>

6. Онлайн-доска Miro: <https://miro.com/>

VI. Методические материалы для обучающихся по освоению дисциплины

Рекомендации по подготовке к практическим занятиям

Практическое занятие – форма систематических учебных занятий, с помощью которых обучающиеся изучают разделы дисциплины используя практико-ориентированные задания. Практическое занятие проводится на основе теоретического материала представленного на лекции. На занятиях применяются индивидуальные и групповые задания, требующие навыка

работы с научной литературой, информационными системами и базами данных в области материаловедения. В качестве цифровых инструментов обработки и анализа данных используются системы визуализации данных и программа для численного анализа данных и научной графики OriginPro 8.1.

В качестве сред группового взаимодействия используется среда Microsoft Teams, LMS, онлайн-доска Miro.

При подготовке к практическим занятиям следует использовать основную литературу из представленного списка, а также руководствоваться рекомендациями и указаниями преподавателя. Для наиболее глубокого освоения дисциплины рекомендуется изучать литературу и информационные ресурсы, представленные в РПД.

VII. Материально-техническое обеспечение

Наименование специальных помещений	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
Учебно-научная лаборатория магнитных и электрических измерений № 40 (170002 Тверская обл., г. Тверь, Садовый пер., д. 35)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Лабораторные электронные весы с гирей M-ER 122ACF JR-600.01 LCD 2. Вольтметр АКИП-2101 3. Вольтметр АКИП-2101 4. Источник питания с опцией интерфейса USB АКИП-1141 5. Источник питания с опцией интерфейса USB АКИП-1141 6. Компьютер iRU Corp 510 I5-2400/4096/500/G210-512/DVD-RW/W7S 7. Компьютер с монитором 940N Core 6550 Box/Asus P5KSE/2*1024DDRII/160/7200/DVDRW/ 8. Экран настенный ScreenMedia 153*203 9. Мультиметр цифровой высокой точности UT804 10. Установка импульсного намагничивания "Мишень" 11. Мультиметр цифровой высокой точности UT804 (2 шт.) 12. Электромагнит (3 шт.) 	Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows Adobe Acrobat Reader Google Chrome OpenOffice Notepad++ Origin 8.1 Sr2 Многофункциональный редактор ONLYOFFICE VLC media player

	13. Электромагнит ЭМ-1 14. Осциллограф С-1-68 15. Ферротестер 16. Блок питания Б5-9 17. Вольтметр В7-27А (2 шт.) 18. Генератор ГЗ-102 (3 шт.) 19. Источник питания Б-5-8 (2 шт.) 20. Осциллограф С-1-65 21. Генератор ГЗ-34 (2 шт.) 22. Блок питания Б-5-21 23. Микровеберметр Ф-190 24. Проектор BenQ MP777 25. Блок питания 26. Вольтметр В-7-23 27. Генератор ГЗ-109 28. Генератор Ф-578 29. Источник питания Б-5-21	
--	---	--

VIII. Сведения об обновлении рабочей программы дисциплины

№п.п.	Обновленный раздел рабочей программы дисциплины	Описание внесенных изменений	Реквизиты документа, утвердившего изменения
1.			
2.			